



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Isbana som värmekälla för värmepump

Förstudie i Hörby

Jan Edman

INSTITUTET FÖR
BYGGDOKUMENTATION

Accnr 80-2509

Plac Ser

u
m

R157:1980

ISBANA SOM VÄRMEKÄLLA FÖR VÄRMEPUMP
Förstudie i Hörby

Jan Edman

Denna rapport hänförs sig till forskningsanslag
791129-0 från Statens råd för byggnadsforskning
till Hörby kommun.

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R157:1980

ISBN 91-540-3389-6

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1980 058313

INNEHÅLL

1	FASTLÄGGANDE AV FRILUFTSBADETS VÄRMEBEHOV	5
1.1	Badsäsong	5
1.2	Vattentemperatur	5
1.3	Värmebehov	5
2	ANVÄNDNING AV BASSÄNGEN SOM VÄRME- ACKUMULATOR	6
2.1	Bassängvolym	6
2.2	Ackumuleringskapacitet	6
2.3	Kostnader för värmeisolering och över- täckning	6
2.4	Transmissionsförluster hos bassängen . . .	6
2.5	Värme från isbanan	7
2.6	Slutsats	7
3	EKONOMISK ISOLERING AV NYA TRÄNINGSHALLEN .	8
3.1	Rumstemperatur	8
3.2	Bestämning av isoleringstjocklek	8
4	VÄRMEBEHOV FÖR NYA TRÄNINGSHALLEN	9
4.1	Lokaluppvärmning	9
5	VÄRMEBEHOV FÖR BEF IDROTTSANLÄGGNING . . .	10
5.1	Värmebehov för lokaluppvärmning	10
6	EVENTUELL TILLÄGGSISOLERING AV BEF IDROTTSHALL	11
6.1	Rumstemperatur	11
7	FÖRSLAG TILL GEMENSAMT UPPVÄRMNINGSSYSTEM .	12
7.1	Befintliga pannanläggningar	12
7.2	Värmetillskott från isbanan	12
7.3	Principlösningar	12
8	VARMVATTENUPPVÄRMNING VIA KYLMASKIN	13
9	VÄRMEVÄXLARE FÖR VENTILATIONS LUFT	14
10	SOLVÄRMESYSTEM FÖR BADET	15

11	KYLSYSTEM FÖR ISBANAN	16
11.1	Typ av isbana	16
11.2	Befintliga kylmaskiner	16
11.3	Föreslagen kylutrustning	17
12	KOSTNADSÖVERSIKT	18
12.1	Anskaffning av isbaneanläggning	18
12.2	Sammankoppling av de befintliga värme- anläggningarna	18
12.3	Kostnad för värmning av badet	18
12.4	Kostnad för värmning av hallarna	18
12.5	Kostnad för vattenvärmning	18
12.6	Kostnad för elektrisk inkoppling	18
12.7	Kostnad för kulvertar och rörledningar	18
12.8	Kostnad för kompletteringsaggregat	18
12.9	Totalkostnad	18
12.10	Avskrivning	18
12.11	Extra kostnad för eventuell jord- värmeslinga	18
12.12	Konsultkostnader	18
13	SAMMANFATTNING	19
13.1	Totalkostnad för värmning med olja	19
13.2	Totalkostnad vid värmning med värmepump	19
13.3	Lönsamhet	19

1. FASTLÄGGANDE AV FRILUFTSBADETS
VÄRMEBEHOV

1.1 Badsäsong

Badsäsongen förutsätts vara från 15 maj till 1 sept.

1.2 Vattentemperatur

Badvattnets temperatur förutsätts under öppethållandetid ej understiga +22°C.

1.3 Värmebehov

Oljeåtgång för hela säsongen
1976 var ca 67.000 liter
1977 78.000 liter
1978 85.000 liter

Speciellt år 1978 var en kall sommar, varför förbrukningssiffran för detta år kan tas som dimensionerande.

Oljans totala värmevärde är ca
 $0,8 \times 85000 \times 10400 = 707.200.000 \text{ kcal} =$
822,3 MW. Anläggningens verkningsgrad bedöms vara 80 % varvid ca 565.760.000 kcal = 675,9 MW har kommit badvattnet tillgodo.

Effektuttaget är ej jämnt fördelat över säsongen utan störst i början och slutet.

Befintlig panna har en kapacitet på 400.000 kcal/h = 0,465 MW och det har visat sig att denna panna klarar maximalbehovet och om kylanläggningen kan lämna denna effekt är allt väl.

2. ANVÄNDNING AV BASSÄNGEN SOM VÄRMEACKUMULATOR

2.1 Bassängvolym

Bassängens effektiva vattenvolym är
ca $17,5 \times 50 \times 1,5 = 1315 \text{ m}^3$.

2.2 Ackumuleringskapacitet

Värmeackumuleringskapaciteten är beroende på vilka temperaturdifferenser som man kan arbeta med.

För att man skall kunna utnyttja värmen i en sådan vattenreservoar måste temperaturen vara minst $+30^\circ\text{C}$ för att det skall få någon meningsfull funktion i det planerade värmesystemet. I så fall måste man ha en utgånstemperatur av minst $+40^\circ\text{C}$ varvid totala ackumuleringsförmågan blir $13.150.000 \text{ kcal} = 15,3 \text{ MW}$ eller motsvarande ca $1,5 \text{ m}^3$ olja.

2.3 Kostnader för värmeisolering och övertäckning

Värmeisolering av bassängbotten är orimlig att utföra. Sidorna kan isoleras genom nergrävning av vertikala isolerskivor vilka förbindes upp till med bassängen via horisontella isolerskivor. Om isolering på detta sätt utförs åtgår ca 400 m^2 isoleringsmaterial, vilket på plats bedöms kosta kr 120.000.

Övertäckning av bassängen med isolerad, demonterbar överbyggnad ca 875 m^2 bedöms kosta kr 350.000.

Sammanlagd isoleringskostnad kr 470.000.

2.4 Transmissionsförluster hos bassängen

Bassängen förutsätts vara osolerad i botten samt isolerad med 10 cm polyuretan, vars K-värde är 0,35, i väggar och övertäckning.

Medeltransmissionsförlust räknat vid $+35^\circ\text{C}$ vattentemperatur och $+10^\circ$ jordtemperatur blir ca $543.600 \text{ kcal/dygn} = 0,632 \text{ MW/dygn}$ eller motsvarande ca 80 l olja per dygn.

Den lagrade intressanta värmen försvinner alltså på ca $\frac{15,3}{0,632} = 24$ dygn.

Beräkningarna gör inga anspråk på exakt-het men en klar tendens indikeras.

Förutsättningen för denna utredning är dock att värme från isbanan skall komma till användning. Det faktiska behovet av lagrad värme föreligger inte förrän i december-februari när isbanans körtid per dygn är reducerad på grund av låg yttertemperatur.

Även om man skulle kunna pressa upp temperaturen till $+40^{\circ}\text{C}$ efter badsäsongen så kan man inte ha så god isolering av bassängen att den lämnar ca 40°C vatten i december-januari.

2.5 Värme från isbanan

Man kan tänka sig att viss värme från isbanan skulle kunna ackumuleras i bassäng under hösten. Verkningsgraden av detta blir på grund av läckförluster dålig. Det blir därför billigare att i motsvarande grad minska isbanans körtid under hösten och i stället ta hjälp av andra energikällor under vintern.

2.6 Slutsats

- 2.6.1 Isolering av bassängen kan inte göras tillräckligt effektiv för att 40°C -igt vatten skall kunna lagras i flera månader mot slutet av året. Uttag av ackumulerad värme är ej intressant förrän mitt i vintern då isbanan får korta körtider per dygn.
- 2.6.2 Isolering av bassängen blir oproportionerligt dyr i förhållande till uppnådd ackumuleringsseffekt.
- 2.6.3 Anskaffning av solfångare för den lilla resterande ackumuleringsseffekt man får blir orimligt dyrt.
- 2.6.4 Att ackumulera värme från isbaneanläggningen blir ej ekonomiskt.
- 2.6.5 Isolering och användning av bassängen i ackumuleringsssyfte bör ej komma i fråga.

3. EKONOMISK ISOLERING AV NYA
TRÄNINGSHALLEN

- 3.1 Rumstemperaturen i träningshallen skall hållas vid min $+16^{\circ}\text{C}$. För omklädningsdelarna väljes $+20^{\circ}\text{C}$.
- 3.2 Den ekonomiska isolertjockleken för väggarna har enligt SBN:s normer framräknats till 200 mm. K-värde $0,25 \text{ W/m}^2/^{\circ}\text{C}$. Taket isoleras med 220 mm isolering. K-värde $0.20 \text{ W/m}^2/^{\circ}\text{C}$.

4. VÄRMEBEHOV FÖR NYA TRÄNINGSHALLEN

- 4.1 Lokaluppvärmningen sker med kombinationen radiatorer/ventilationsaggregat. I ventilationsaggregaten finns batterier för återvinning av kondensorvärme från kylmaskinen.

Dessutom finns värmeväxlare luft/luft för den evakuerade ventilationsluften.

- 4.1.1 Ventilationsbehovet för träningshallen fastläggs till $3000 \text{ m}^3/\text{h}$ och för personaldelarna till $7.500 \text{ m}^3/\text{h}$. Detta är minimibehov enligt SBN.

- 4.1.2 Värmebehovet för nya träningshallen blir enligt kalkylering på dator per år 93 MW vartill kommer ventilation, $10.500 \text{ m}^3/\text{h}$ med 40,5 MW.

Totalt årsvärmebehov för anläggningen blir teoretiskt 133,8 MW vid 12 timmars daglig drift och motsvarar ca 22 m^3 olja per år. Osäkerhet råder beträffande fönster, vindtätningar etc vilket gör att en rimlig oljeförbrukning troligen ligger på närmare 25-30 m^3 olja per år.

5. VÄRMEBEHOV FÖR BEF IDROTTSANLÄGGNING

5.1 Värmebehovet för lokaluppvärmning beräknas ha följande uppdelning.

Transm	120.000 kcal/tim
Varmvatten etc	<u>30.000 kcal/tim</u>
	150.000 kcal/tim =
	150 Gcal (174 MW/år)
Ventilation	13.500 m ³ /h =
	145 Gcal (168 MW/år)

Totala årsbehovet för idrottsanläggningen omräknat i olja blir följande:

Uppvärmning och varmvatten	44 m ³ /år
Ventilation	22 m ³ /år

För beräkningen gäller att återvinning sker av frånluften samt att totala pannverkningsgraden är satt till 70 %.

Om återvinning av ventilationsluften kan ske inbesparas 15 m³ olja per år.

6. EVENTUELL TILLÄGGSISOLERING AV
BEF IDROTTSBALL

6.1 Temperaturen i idrottshallen beräknas normalt ligga vid min $+16^{\circ}\text{C}$.

6.2.1 Vid tilläggsisolering kan högst 15 m^3 olja inbesparas per år. Tilläggsisoleringen är då beräknad för att ett K-värde motsvarande den nya träningshallen skall erhållas.

6.2.2 Kostnaderna för tilläggsisoleringen beräknas bli kr 400:- per m^2 . Eftersom hallens begränsningsyta är ca 1400 m^2 blir kostnaden ca kr 560.000. Oljekostnad för 10 år efter 2000:-/ m^3 = 300.000 kr. Siffrorna säger att det inte är lönsamt med tilläggsisolering.

7. FÖRSLAG TILL GEMENSAMT UPPVÄRMNINGSSYSTEM

7.1 Befintliga pannanläggningar

De befintliga pannorna har en total kapacitet på 800 Mcal. Driftsmässigt går ena pannan i stort endast under badsäsong (15 maj-1 sept) andra pannan under hela året med toppbelastningar under vintern.

I princip skulle en panna kunna täcka hela värmebehovet eftersom badsäsong infaller då inget större värmebehov finns för idrottshallen. Genom samkörningen och hopkoppling med kulvert kan en utbyggnad med ny träningshall ske utan ytterligare panna.

7.2 Värmetillskott från isbanan

Genom att utnyttja värme från isbanans kondensor kan användningstiden hos oljepannorna starkt reduceras. Ingen oljeuppvärmning behövs för badet och för hallarna behövs oljevärmetillskott endast under kallaste vintern.

Genom cirkulationsaggregat i träningshallen överförs kondensorvärme till luften i den mån som behövs.

Genom separat växlare i badvattnets cirkulationssystem överförs värme från kondensorerna till badvattnet.

7.3 Principlösning

Ett enkelt principschema som visar anläggningens uppbyggnad är bifogad.

Det bör tilläggas att vid tillfällen när från kylanläggningen avgiven värmemängd är större än behovet i hallarna kan överskottsvärmen kylas bort med ytterluft.

8. VARMVATTENUPPVÄRMNING VIA KYLMASKIN

- 8.1 Genom insättning av en värmeväxlare i hetgasledningen mellan kompressor och kondensor kan 50°C-igt varmvatten erhållas. Vid en ingående vattentemperatur på 10°C och en avgående vattentemperatur på +50°C kan man räkna med att varje timme, som kylanläggningen körs för full effekt, kan man få ca 1250 liter varmvatten. Detta vatten kan med fördel lagras i isolerad tank för att användas till duschar och prepare-ring av isbanan. Lämplig tankvolym kan vara 2000 liter. Termostater och en cirkulationspump ombesörjer att vattnet kontinuerligt värms. I avgående varmvattenledning kan insättas en elvärmewäxlare som hjälper till i händelse av låg vattentemperatur i tanken.

9. VÄRMEVÄXLARE FÖR VENTILATIONS LUFT

I 6.1 ovan är framräknat att vid värmeåtervinning av ventilationsluften kan sparas 15 m³ olja/år.

Vid kalkylering över 10 år så blir vid ett medelpris på oljan ca 2000:-/m³ den totalt besparade bränslekostnaden kr 300.000.

Installation av värmeväxlare beräknas kosta kr 200.000 och bedöms vara lönsamt vid drift med olja. Vid användning av värmepump är lönsamheten ingen alls.

- 10. SOLVÄRMESYSTEM FÖR BADET
- 10.1 Solvärmesystem faller egentligen utanför ramen av denna utredning.
- 10.2 Solvärmesystem för ackumulering har behandlats ovan under 2.6.3.
- 10.3 Enligt utredningar som Theorells Ingenjörbyrå har gjort blir årskostnaden för solvärmesystem för bad tre gånger så dyr som vid användning av värmepump.
- 10.4 För att tillföra bassängen tillräckligt med värme fordras en solfångare på ca 700 m².

11. KYLSYSTEM FÖR ISBANAN

11.1 Typ av isbana

I denna utredning har vi utgått från att ha en utomhusisbana anläggs. Vid användning som värmepump sommartid ger en sådan anläggning ett bättre värmeutbyte genom att förångnings-temperaturen kan bli högre genom bl a solstrålningens inverkan.

Om man väljer att göra en inomhusbana så blir den kylmaskinella utrustningen något mindre, viss värme åtgår för ishallen för att hålla kondens borta och dessutom blir driftsekonomin sämre i värmepumpsfallet under sommaren. Man måste då göra extra portar för att få in varmluft i hallen. Naturligtvis kan man även vända på resonemanget och säga att i en ishall kan man hålla åkbar is under en längre säsong. Vi tror dock att intresset för skridskoåkning är lågt under det varma halvåret. Överbyggnad eller inte av isbanan är mest en fråga om hur mycket pengar man anser sig kunna investera.

11.2 Befintliga kylmaskiner

I SKANEKS:s gamla anläggning i Hörby finns en kylutrustning som ej används. Beträffande den anläggningen kan man konstatera att kylbatterierna är helt ointressanta i sammanhanget, att kondensorn är i dålig kondition och beroende på sin form och storlek olämplig att flytta till en eventuell isbana. Kompressorn är körbar och har en kapacitet som ungefär motsvarar behovet hos en isbana. Den är av en gammal och numera utgången modell och även om reservdelar kan anskaffas är kostnaden för dessa hög och leveranstiden lång.

Om en kompressor av denna typ skall användas måste en relativt tung anläggning byggas upp varvid man knappast kan undgå att köldmediefyllningen blir stor liksom även platsbehovet. Vidare kan man ej få någon smidig kapacitetsanpassning vid varierande kylbehov.

Vår rekommendation är att ingen utrustning från Skaneks anläggning används vid den tänkta isbanan.

11.3 Föreslagen kylutrustning

11.3.1 Anläggningen utförs med köldbärare i bansystemet och är alltså förberedd för en eventuellt senare kommande överbyggnad (säkerhetskrav).

11.3.2 Kylmaskinerna levereras som ett fabriksammansatt vätskekylningsaggregat direkt färdigt för anslutning till isbanerören och till elkraft. Kondensorn är vattenkyld för vattenvärmning.

Total kompressorkapacitet ca 0,410 MW vid -15°C förångningstemperatur och $+40^{\circ}\text{C}$ kondenseringsstemperatur. Kondensoreffekten blir då $410 + 150 = 0,560$ MW, vilket kan användas för uppvärmningsändamål.

Vid en förhöjning av förångningstemperaturen till t ex 0°C , vilket kan ske sommartid, ökar kompressorkapaciteten till ca 0,800 MW och blir tillförd motoreffekt ca 0,176 MW vilket betyder en kondensoreffekt av 0,976 MW att användas för uppvärmning. Detta innebär att kylutrustningen bör delas i två kompressoraggregat varav i stort sett endast det ena behöver användas för att klara uppvärmningen av bassängen (jfr ovan under 1.3).

Utrustningen är dimensionerad för att kunna hålla is 15 oktober till 15 mars.

11.3.3 Banrör

Rörmattan kommer att bestå av 19.000 m stålrör som läggs med ett inbördes avstånd av 100 mm. Som underlag används stenmjöl eller sand.

Banas dimensioner blir 30,5 x 61 meter.

11.3.4 Jordvärmeslinga

Om man vill köra kylanläggningen för uppvärmning även när ingen kyla kan släppas på till isbanan, måste även en jordvärmeslinga installeras.

12. KOSTNADSÖVERSIKT

12.1	Inköp av kylmaskiner inkl montage	410.000:-
12.1	Rörmatta för isbanan inkl montage	200.000:-
12.3	Planering av banunder- lag inkl stensmjöl	300.000:-
12.4	Sarg, sittplatser, spe- larbås, omkl rum, matchur mm. Ej inräknat i denna kalkyl	
12.5	Varmvattentank +50°C inkl värmeväxlare och pumpar	25.000:-
12.6	Elektrisk inkoppling	50.000:-
12.7	Kulvertar och rörled- ningar för lågtempera- tursystemet	175.000:-
12.8	Kompletteringsaggregat för lågtemperatursystem för uppvärmningen	<u>180.000:-</u>
12.9	Totalt	1.340.000:-
12.10	Avskrivning	

Avskrivningstiden 10 år ger ett av-
skrivningsbelopp på $\frac{1.340.000}{10 \times 12} =$

11.170 kr per månad, vartill kommer
räntekostnader m m med 1%/månad, varvid
totalkostnad per månad blir 12.510:-.

12.11	Extra kostnad för eventuell jordvärme- slinga blir kr 300.000.	
-------	---	--

Avskrivningstiden 10 ger ett avskriv-
ningsbelopp på $\frac{300.000}{10 \times 12} = 2.500$ kr/år,

vartill kommer räntekostnader m m varvid
totalkostnaden blir 2.750 kr/månad.

12.12	Konsultkostnader är ej inräknade och kan beräknas tillkomma med i storleks- ordningen kr 90.000.	
-------	--	--

13. SAMMANFATTNING

13.1 Totalkostnad för värmning med olja

Bad	80 m ³ /år
Bef hall	70 m ³ /år
Ny hall	<u>30 m³/år</u>

S:a 180 m³/år

Vid ett oljepris av 2.000 kr/m³ blir
totalkostnaden 360.000 kr/år.

13.2 Totalkostnad vid värmning med värmepump

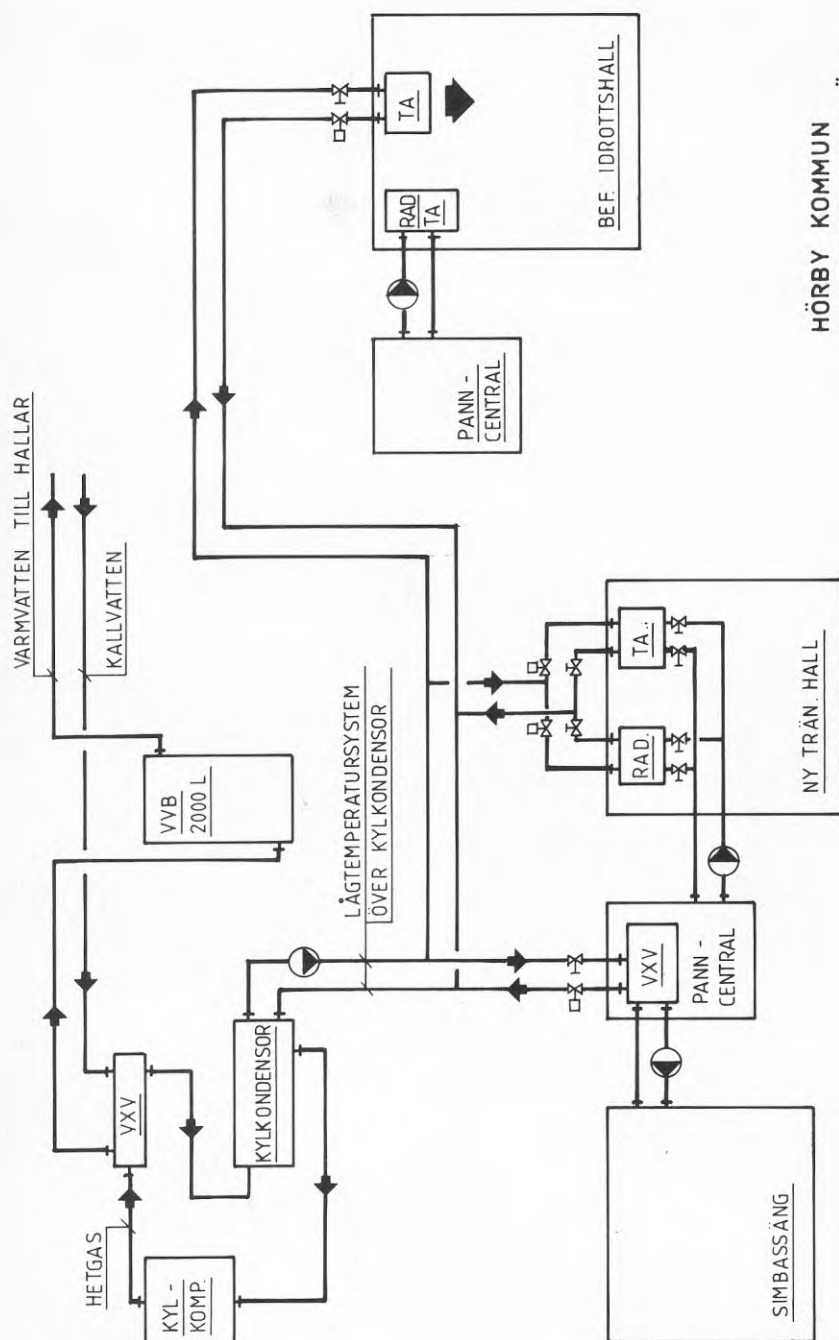
Enligt bifogad tabelluppställning blir
kostnaden totalt 297.357 kr/år.
I denna summa ingår kostnad för drift
av isbanan, vare sig värmebehov i hal-
larna finns eller ej. Om även jordvärme-
matta installeras ökar årskostnaden till
kr 311.107.

13.3 Lönsamhet

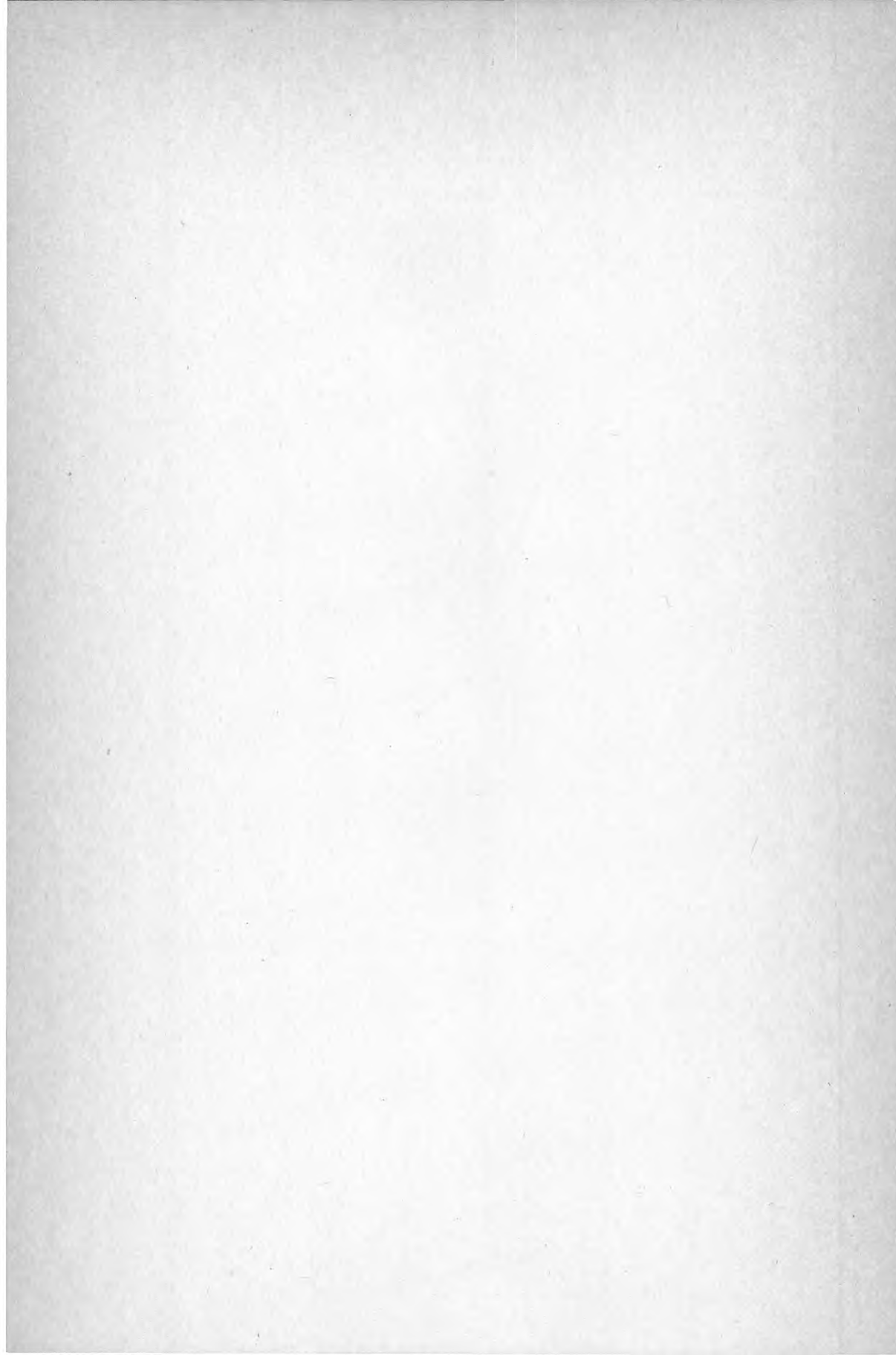
Siffrorna i 13.1 och 13.2 ovan indikerar
att det bör gå att få lönsamhet i pro-
jektet samtidigt som man får en isbana.
Tillbehören till denna är dock ej in-
räknade.

Vid granskning och läsning av denna ut-
redning måste man komma ihåg att kalky-
lerna är grovt räknade. Den ger dock en
klar indikation åt lönsamhet för pro-
jektet.

Det antagna medeloljepriset kr 2000/mån
under 10 år är osäkert och kan snarare
stiga än sjunka. Hänsyn till inflationen
är ej tagen.



HÖRBY KOMMUN
PRINCIPSCHEMA FÖR
VÄRMEÅTERVINNINGSANLÄGGNING.
1980.01.18



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
791129-0 från Statens råd för byggnadsforskning
till Hörby kommun.**

R157: 1980

ISBN 91-540-3389-6

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700257

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm**

Cirka pris: 15 kr exkl moms